

06 JUN 2018

08.11.2004

REC'D 0.4 JAN 2005

POT

WIFO

日本国特許庁 JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2003年10月10日

出 願 番 号 Application Number:

特願2003-352619

[ST. 10/C]:

[JP2003-352619]

出 願 人
Applicant(s):

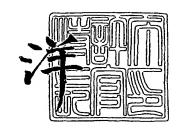
トヨタ自動車株式会社

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

特許庁長官 Commissioner, Japan Patent Office 2004年12月16日

1) 11



トヨタ自動車株式会社内

トヨタ自動車株式会社内

トヨタ自動車株式会社内

トヨタ自動車株式会社内

トヨタ自動車株式会社内

特許願 【書類名】 1034406 【整理番号】 平成15年10月10日 【提出日】 特許庁長官 今井 康夫 殿 【あて先】 F01N 3/08 【国際特許分類】 【発明者】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 【住所又は居所】 吉田 耕平 【氏名】 【発明者】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 【住所又は居所】 広田 信也 【氏名】 【発明者】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 【住所又は居所】 浅沼 孝充 【氏名】 【発明者】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 【住所又は居所】 仲野 泰彰 【氏名】 【発明者】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 【住所又は居所】 利岡 俊祐 【氏名】 【特許出願人】 【識別番号】 000003207 トヨタ自動車株式会社 【氏名又は名称】 【代理人】 【識別番号】 100099759 【弁理士】 青木 篤 【氏名又は名称】 03-5470-1900 【電話番号】 【選任した代理人】 100092624 【識別番号】 【弁理士】 【氏名又は名称】 鶴田 準一 【選任した代理人】 【識別番号】 100102819 【弁理士】 【氏名又は名称】 島田 哲郎 【選任した代理人】 【識別番号】 100123582 【弁理士】 三橋 真二 【氏名又は名称】 【選任した代理人】 100082898 【識別番号】 【弁理士】 西山 雅也 【氏名又は名称】

008268

21,000円

明細書 1

特許請求の範囲

【手数料の表示】

【予納台帳番号】

【納付金額】 【提出物件の目録】

> 【物件名】 【物件名】

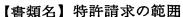
【物件名】

図面 1

要約書 1

【物件名】 【包括委任状番号】

0306635



【請求項1】

貴金属触媒とNOx吸収剤とからなり、流入する排気ガスの空燃比がリーンである場合において、活性化されていない時には排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO2をNOx吸収剤に低温吸蔵し、活性化されると低温吸蔵した二酸化窒素NO2をNOx吸収剤に高温吸蔵するNOx吸蔵触媒を機関排気通路内に配置した内燃機関の排気浄化装置であって、

上記NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態で排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO2をNOx吸収剤に低温吸蔵させ、予め定めたNOx吸蔵触媒再生条件が成立した時に、少なくとも上記NOx吸蔵触媒を予め定めた温度に昇温して活性化させることを含むNOx吸蔵触媒再生制御を実施して、上記NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記NOx吸収剤の低温吸蔵能力を再生するようにした内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】

上記NOx吸蔵触媒再生条件は、上記NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記NOx吸収剤の低温吸蔵能力が飽和する前に成立するように設定されている請求項1に記載の排気浄化装置。

【請求項3】

上記NOx吸蔵触媒再生条件は、上記NOx吸蔵触媒再生制御において上記NOx吸蔵触媒を昇温して活性化させる際に低温吸蔵されている二酸化窒素NO2が上記NOx吸収剤から所定量以上放出されないように設定される、請求項1または2に記載の排気浄化装置。

【請求項4】

上記NOx吸収剤に低温吸蔵されている二酸化窒素NO2の量を推定するNO2吸蔵量推定手段と、上記NOx吸蔵触媒が上記予め定めた温度である時に上記NOx吸収剤に吸蔵可能な窒素酸化物NOxの量を推定するNOx吸蔵可能量推定手段とを有していて、

上記NO2吸蔵量推定手段によって推定されたNO2吸蔵量が、上記NOx吸蔵可能量推定手段によって推定されたNOx吸蔵可能量に基づいて該NOx吸蔵可能量以下に設定された所定量以上になった時に、上記NOx吸蔵触媒再生条件が成立したものとされる、請求項1から3の何れか一項に記載の排気浄化装置。

【請求項5】

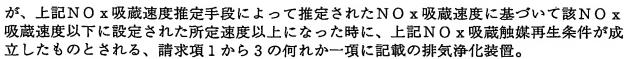
上記NOx吸蔵触媒が該NOx吸蔵触媒が活性化されている時にはNOx吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比がリーンの時に排気ガス中に含まれる窒素酸化物NOxをNOx吸収剤に高温吸蔵する機能を有するNOx吸蔵触媒であると共に、

上記NOx吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記NOx吸収剤からの窒素酸化物NOxの放出速度を推定するNOx放出速度推定手段と、上記NOx吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記NOx吸収剤への窒素酸化物NOxの吸蔵速度を推定するNOx吸蔵速度推定手段とを有していて、上記NOx放出速度推定手段によって推定されたNOx成出速度が、上記NOx吸蔵速度推定手段によって推定されたNOx吸蔵速度に基づいて該NOx吸蔵速度以下に設定された所定速度以上になった時に、上記NOx吸蔵触媒再生条件が成立したものとされる、請求項1から3の何れか一項に記載の排気浄化装置。

【請求項6】

上記NOx吸蔵触媒が該NOx吸蔵触媒が活性化されている時にはNOx吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比がリーンの時に排気ガス中に含まれる窒素酸化物NOxをNOx吸収剤に高温吸蔵する機能を有するNOx吸蔵触媒であると共に、

上記NOx吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記NOx吸収剤からの窒素酸化物NOxの放出速度を推定するNOx放出速度推定手段と、内燃機関からの窒素酸化物NOxの排出速度を推定するNOx排出速度推定手段と、上記NOx吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記NOx吸収剤への窒素酸化物NOxの吸蔵速度を推定するNOx吸蔵速度推定手段とを有していて、上記NOx放出速度推定手段によって推定されたNOx排出速度との和



【請求項7】

上記NOx吸蔵触媒は、該NOx吸蔵触媒が活性化されている時にNOx吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比を小さくし、且つ還元剤の存在する状態にするとNOx吸収剤に高温吸蔵していた窒素酸化物NOxを放出して還元浄化する機能を有していて、

上記NOx吸蔵触媒再生制御には更に、NOx吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比を小さくし、且つ還元剤の存在する状態にすることが含まれる、請求項1から6の何れか一項に記載の排気浄化装置。

【請求項8】

上記NOx吸蔵触媒が活性化していない時にはリーン空燃比のもとで燃焼を行った時に発生する一酸化窒素NOに対する二酸化窒素NO2の割合を同一の機関運転状態におけるNOx吸蔵触媒活性時に比べて増大させるNO2割合増大手段を更に有している請求項1から7の何れか一項に記載の排気浄化装置。

【請求項9】

貴金属触媒とNOx吸収剤とからなり、流入する排気ガスの空燃比がリーンである場合において、活性化されていない時には排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO2をNOx吸収剤に低温吸蔵し、活性化されると低温吸蔵した二酸化窒素NO2をNOx吸収剤に高温吸蔵するNOx吸蔵触媒を機関排気通路内に配置し、

上記NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態で排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO2をNOx吸収剤に低温吸蔵させ、上記NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記NOx吸収剤の低温吸蔵能力が飽和する前に、上記NOx吸蔵触媒を予め定めた温度に昇温して活性化させ、上記NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記NOx吸収剤の低温吸蔵能力を再生するようにする内燃機関の排気浄化方法。



【発明の名称】内燃機関の排気浄化装置及び排気浄化方法

【技術分野】

[0001]

本発明は内燃機関の排気浄化装置及び排気浄化方法に関する。

【背景技術】

[0002]

リーン空燃比のもとで燃焼が行われている時に排気ガス中に含まれるNOxを浄化するための触媒として、アルミナからなる担体の表面上にアルカリ金属或いはアルカリ土類からなるNOx吸収剤の層を形成し、更に白金のような貴金属触媒を担体表面上に担持した触媒が公知である(例えば特許文献 1参照)。この触媒では触媒が活性化すると排気ガスの空燃比がリーンの時には排気ガス中に含まれるNOxがNOx吸収剤内に吸蔵され、排気ガスの空燃比がリッチにされるとNOx吸収剤に吸蔵されていたNOxが放出され、還元される。

[0003]

ところでこのようなNOxの吸放出作用は触媒が活性化しないと行われないと考えられており、したがってこの特許文献1に記載された内燃機関では触媒が活性化していない時には電気ヒータにより触媒を加熱するようにしている。

[0004]

【特許文献1】特開平6-108826

【特許文献2】特開平7-139340

【特許文献3】特開2002-276343

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

[0005]

しかしながらこのようにNOxの吸放出作用を行うようにした触媒について本発明者が研究を重ねた結果、排気ガス中に含まれる一酸化窒素NOは触媒が活性化しないとNOx吸収剤に吸蔵されないが排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO2は触媒が活性化しなくても、触媒活性時に一酸化窒素NOが吸蔵されるのとは異なるメカニズムでNOx吸収剤に吸蔵(低温吸蔵)されることが判明したのである。

[0006]

本発明は、このように本発明者により見い出された事実を利用して排気ガスを浄化するようにした排気浄化装置及び排気浄化方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

[0007]

請求項1に記載の発明は、貴金属触媒とNOx吸収剤とからなり、流入する排気ガスの空燃比がリーンである場合において、活性化されていない時には排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO2をNOx吸収剤に低温吸蔵し、活性化されると低温吸蔵した二酸化窒素NO2をNOx吸収剤に高温吸蔵するNOx吸蔵触媒を機関排気通路内に配置した内燃機関の排気浄化装置であって、上記NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態で排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO2をNOx吸収剤に低温吸蔵させ、予め定めたNOx吸蔵触媒再生条件が成立した時に、少なくとも上記NOx吸蔵触媒を予め定めた温度に昇温して活性化させることを含むNOx吸蔵触媒再生制御を実施して、上記NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記NOx吸収剤の低温吸蔵能力を再生するようにした内燃機関の排気浄化装置を提供する。

[0008]

請求項1に記載の発明によれば、NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態においても排気ガス中のNO2を除去することができる。また、上記NOx吸蔵触媒においては、同NOx吸蔵触媒が昇温されて活性化されると、活性化されていない時に低温吸蔵した二酸化窒素NO2が一酸化炭素NOの形で放出され、活性化された貴金属触媒により二酸化窒



素 NO_2 に酸化せしめられ、最終的に硝酸イオン NO_3 の形で NO_X 吸収剤に高温吸蔵される。このため、上記 NO_X 吸蔵触媒を昇温して活性化させることで上記 NO_X 吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記 NO_X 吸収剤の低温吸蔵能力を回復させることができる。したがって、請求項1 に記載の発明によれば、上記 NO_X 吸蔵触媒再生条件を適切に設定することで、上記 NO_X 吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記 NO_X 吸収剤の低温吸蔵能力の維持を図ることができる。

なお、本明細書において特に区別する必要のある場合には、硝酸イオンNO3⁻での吸蔵 を高温吸蔵と称し、亜硝酸NO2⁻での吸蔵を低温吸蔵と称す。

[0009]

請求項2に記載の発明では請求項1に記載の発明において、上記NOx吸蔵触媒再生条件は、上記NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記NOx吸収剤の低温吸蔵能力が飽和する前に成立するように設定されている。

請求項2に記載の発明によれば、上記NOx吸蔵触媒再生制御の実施前に上記NOx吸収剤の低温吸蔵能力が飽和することによって、吸蔵し切れなかった二酸化窒素NO2が大気へ放出されてしまうのを防ぐことができる。

[0010]

請求項3に記載の発明では請求項1または2に記載の発明において、上記NOx吸蔵触媒再生条件は、上記NOx吸蔵触媒再生制御において上記NOx吸蔵触媒を昇温して活性化させる際に低温吸蔵されている二酸化窒素NO2が上記NOx吸収剤から所定量以上放出されないように設定される。

[0011]

上述したように上記NOx吸蔵触媒は、上記NOx吸蔵触媒再生制御において昇温し、活性化させると、活性化されていない時に低温吸蔵した二酸化窒素NO2を、最終的には硝酸イオンNO3⁻の形でNOx吸収剤に高温吸蔵する。しかしながら、例えば活性化されていない時に低温吸蔵した二酸化窒素NO2の量が、上記NOx吸蔵触媒を予め定めた温度に昇温して活性化させた場合においてNOx吸収剤に高温吸蔵可能なNOx量よりも多く、更にNOx吸収剤に吸蔵可能なNOx量よりも多い場合には、上記NOx吸蔵触媒再生制御を実施した際に低温吸蔵されていた二酸化窒素NO2の一部が意図せずにNOxの形で放出されてしまう恐れがある。

[0012]

請求項3に記載の発明によれば、上記のような点が考慮されて上記NOx吸蔵触媒再生条件が設定されるので、上記NOx吸蔵触媒再生制御において、上記NOx吸蔵触媒を昇温して活性化させた際に、意図せずに低温吸蔵されている二酸化窒素NO2が多量に放出されてしまうのを抑制することができる。

[0013]

なお、ここで、低温吸蔵されている二酸化窒素NO2が上記NOx吸収剤から所定量以上放出されないとは、低温吸蔵されている二酸化窒素NO2が窒素酸化物NOxとして実際に所定量以上放出されない場合または所定の放出速度以上で放出されない場合の他、低温吸蔵されている二酸化窒素NO2が上記NOx吸収剤から放出される時の窒素酸化物NOxの放出速度と、上記NOx吸収剤への窒素酸化物NOxの吸蔵速度とから計算される実質的な上記二酸化窒素NO2の単位時間当たりの放出量が所定量以下である場合も含む

[0014]

請求項4に記載の発明では請求項1から3の何れか一項に記載の発明において、上記NOx吸収剤に低温吸蔵されている二酸化窒素NO2の量を推定するNO2吸蔵量推定手段と、上記NOx吸蔵触媒が上記予め定めた温度である時に上記NOx吸収剤に吸蔵可能な窒素酸化物NOxの量を推定するNOx吸蔵可能量推定手段とを有していて、上記NO2吸蔵量推定手段によって推定されたNO2吸蔵量が、上記NOx吸蔵可能量推定手段によって推定されたNOx吸蔵可能量に基づいて該NOx吸蔵可能量以下に設定された所定量以上になった時に、上記NOx吸蔵触媒再生条件が成立したものとされる。

3/



上述したように、例えば上記NOx吸収剤に低温吸蔵されている二酸化窒素NO2の量が、上記NOx吸蔵触媒の温度が上記予め定めた温度である時に上記NOx吸収剤に吸蔵可能な窒素酸化物NOxの量よりも多い場合には、上記NOx吸蔵触媒再生制御において上記NOx吸蔵触媒を昇温して活性化させた際に、低温吸蔵されている二酸化窒素NO2の一部がNOx吸収剤に吸蔵し切れずにNOxとして放出されてしまう可能性がある。

[0016]

これに対し、請求項4に記載の発明では、上記NO2吸蔵量推定手段によって推定されたNO2吸蔵量が、上記NOx吸蔵可能量推定手段によって推定されたNOx吸蔵可能量に基づいて該NOx吸蔵可能量以下に設定された所定量以上になった時に、上記NOx吸蔵触媒再生条件が成立したものとされ、上記NOx吸蔵触媒再生制御が実施されるので、上記NOx吸蔵触媒再生制御において上記NOx吸蔵触媒を昇温して活性化させる際に低温吸蔵されている二酸化窒素NO2が放出されるのを抑制することができる。

[0017]

請求項5に記載の発明では請求項1から3の何れか一項に記載の発明において、上記NOx吸蔵触媒が該NOx吸蔵触媒が活性化されている時にはNOx吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比がリーンの時に排気ガス中に含まれる窒素酸化物NOxをNOx吸収剤に高温吸蔵する機能を有するNOx吸蔵触媒であると共に、上記NOx吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記NOx吸収剤からの窒素酸化物NOxの放出速度を推定するNOx放出速度推定手段と、上記NOx吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記NOx吸収剤への窒素酸化物NOxの吸蔵速度を推定するNOx吸蔵速度推定手段とを有していて、上記NOx放出速度推定手段によって推定されたNOx吸蔵速度推定手段によって推定されたNOx吸蔵速度に基づいて該NOx吸蔵速度以下に設定された所定速度以上になった時に、上記NOx吸蔵触媒再生条件が成立したものとされる。

[0018]

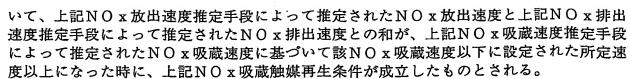
上記NOx吸蔵触媒の温度を上記予め定めた温度とした場合に低温吸蔵していたNO2が上記NOx吸収剤から放出される時の窒素酸化物NOxの放出速度が、上記NOx吸蔵触媒の温度を上記予め定めた温度とした場合の上記NOx吸収剤への窒素酸化物NOxの吸蔵速度以下であれば、上記NOx吸蔵触媒再生制御において上記NOx吸蔵触媒を上記予め定めた温度に昇温して活性化させる際に、低温吸蔵されていた二酸化窒素NO2の放出は実質的には生じないと考えられる。

[0019]

請求項5に記載の発明は、このような考えにしたがってなされたものであり、上記NOx放出速度推定手段によって推定されたNOx放出速度が、上記NOx吸蔵速度推定手段によって推定されたNOx吸蔵速度に基づいて該NOx吸蔵速度以下に設定された所定速度以上となった時に、上記NOx吸蔵触媒再生条件が成立したものとされ、上記NOx吸蔵触媒再生制御が実施される。これにより、上記NOx吸蔵触媒再生制御において上記NOx吸蔵触媒を昇温して活性化させる際に低温吸蔵されている二酸化窒素NO2がNOx吸収剤から放出されるのを実質的に抑制することができ、その結果吸蔵されている二酸化窒素NO2がNOxとして大気へ放出されてしまうのを抑制することができる。

[0020]

請求項6に記載の発明では請求項1から3の何れか一項に記載の発明において、上記NOx吸蔵触媒が該NOx吸蔵触媒が活性化されている時にはNOx吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比がリーンの時に排気ガス中に含まれる窒素酸化物NOxをNOx吸収剤に高温吸蔵する機能を有するNOx吸蔵触媒であると共に、上記NOx吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記NOx吸収剤からの窒素酸化物NOxの放出速度を推定するNOx放出速度推定手段と、内燃機関からの窒素酸化物NOxの排出速度を推定するNOx排出速度推定手段と、上記NOx吸蔵触媒を上記予め定めた温度とした場合の上記NOx吸収剤への窒素酸化物NOxの吸蔵速度を推定するNOx吸蔵速度推定手段とを有して



[0021]

例えば、上記NOx吸蔵触媒の温度を上記予め定めた温度とした場合に低温吸蔵していた二酸化窒素NO2が上記NOx吸収剤から放出される時の窒素酸化物NOxの放出速度が、上記NOx吸蔵触媒の温度を上記予め定めた温度とした場合の上記NOx吸収剤への窒素酸化物NOxの吸蔵速度と同じであれば、上記NOx吸蔵触媒再生制御において上記NOx吸蔵触媒を上記予め定めた温度に昇温して活性化させる際に、低温吸蔵されていた二酸化窒素NO2の放出は実質的には生じないと考えられる。しかしながら、この場合には、上記NOx吸蔵触媒再生制御中に内燃機関から排出される窒素酸化物NOxはそのまま大気へ放出されてしまうことになる。

[0022]

これに対し、請求項6に記載の発明によれば、上記NOx放出速度推定手段によって推定されたNOx放出速度と上記NOx排出速度推定手段によって推定されたNOx排出速度との和が、上記NOx吸蔵速度推定手段によって推定されたNOx吸蔵速度に基づいて該NOx吸蔵速度以下に設定された所定速度以上になった時に、上記NOx吸蔵触媒再生条件が成立したものとされ、上記NOx吸蔵触媒再生制御が実施されるので、上記NOx吸蔵触媒再生制御の際に内燃機関から排出される窒素酸化物NOxが大気へ放出されるのも抑制することができる。

[0023]

請求項7に記載の発明では請求項1から6の何れか一項に記載の発明において、上記NOx吸蔵触媒は、該NOx吸蔵触媒が活性化されている時にNOx吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比を小さくし、且つ還元剤の存在する状態にするとNOx吸収剤に高温吸蔵していた窒素酸化物NOxを放出して還元浄化する機能を有していて、上記NOx吸蔵触媒再生制御には更に、NOx吸蔵触媒に流入する排気ガスの空燃比を小さくし、且つ還元剤の存在する状態にすることが含まれる。

請求項7に記載の発明によれば、上記NOx吸蔵触媒再生制御を行うことによって、上記NOx吸収剤に高温吸蔵させた窒素酸化物NOxを放出させ還元浄化することができる

[0024]

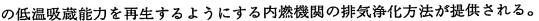
請求項8に記載の発明では請求項1から7の何れか一項に記載の発明において、上記NOx吸蔵触媒が活性化していない時にはリーン空燃比のもとで燃焼を行った時に発生する一酸化窒素NOに対する二酸化窒素NO2の割合を同一の機関運転状態におけるNOx吸蔵触媒活性時に比べて増大させるNO2割合増大手段を更に有している。

[0025]

上記NOx吸蔵触媒は、活性化されていない時でも二酸化窒素NO2であれば流入する排気ガスの空燃比がリーンである時にNOx吸収剤に低温吸蔵することができる。したがって、請求項8に記載の発明によれば、上記NOx吸蔵触媒が活性化されていない時のNOx浄化率を向上することができる。

[0026]

請求項9に記載の発明は、貴金属触媒とNOx吸収剤とからなり、流入する排気ガスの空燃比がリーンである場合において、活性化されていない時には排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO2をNOx吸収剤に低温吸蔵し、活性化されると低温吸蔵した二酸化窒素NO2をNOx吸収剤に高温吸蔵するNOx吸蔵触媒を機関排気通路内に配置し、上記NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態で排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO2をNOx吸収剤に低温吸蔵させ、上記NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記NOx吸収剤の低温吸蔵能力が飽和する前に、上記NOx吸蔵触媒を予め定めた温度に昇温して活性化させ、上記NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記NOx吸収剤



[0027]

請求項9に記載の発明によれば、 $NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態においても排気ガス中の<math>NO_2$ を除去することができる。また、上記 $NOx吸蔵触媒においては、同NOx吸蔵触媒が昇温されて活性化されると、活性化されていない時に低温吸蔵した二酸化窒素<math>NO_2$ が、最終的に硝酸イオン NO_3 -の形でNOx吸収剤に高温吸蔵されるので、上記<math>NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態における上記<math>NOxQ収剤の低温吸蔵能力を回復させることができる。したがって、請求項9に記載の発明によれば、上記NOxQ 蔵触媒が活性化されていない状態における上記NOxQ収剤の低温吸蔵能力の維持を図ることができる。

【発明の効果】

[0028]

各請求項に記載の発明は、NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態においても排気ガス中のNO2を除去することができるという共通の効果を奏する。また、NOx吸蔵触媒が活性化されていない状態における低温吸蔵能力の維持を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

[0029]

図1は本発明を圧縮着火式内燃機関に適用した場合を示している。なお、本発明は火花点火式内燃機関に適用することもできる。

[0030]

図1を参照すると、1は機関本体、2は各気筒の燃焼室、3は各燃焼室2内にそれぞれ燃料を噴射するための電子制御式燃料噴射弁、4は吸気マニホルド、5は排気マニホルドをそれぞれ示す。吸気マニホルド4は吸気ダクト6を介して排気ターボチャージャ7のコンプレッサ7aの出口に連結され、コンプレッサ7aの入口はエアクリーナ8に連結される。吸気ダクト6内にはステップモータにより駆動されるスロットル弁9が配置され、更に吸気ダクト6周りには吸気ダクト6内を流れる吸入空気を冷却するための冷却装置(インタークーラ)10が配置される。図1に示される実施形態では機関冷却水がインタークーラ10内に導かれ、機関冷却水によって吸入空気が冷却される。一方、排気マニホルド5は排気ターボチャージャ7の排気タービン7bの入口に連結され、排気タービン7bの出口はN0x吸蔵触媒11を内蔵したケーシング12に連結される。排気マニホルド5の集合部出口には排気マニホルド5内を流れる排気ガス中に例えば炭化水素からなる還元剤を供給するための還元剤供給弁13が配置される。

[0031]

排気マニホルド5と吸気マニホルド4とは排気ガス再循環(以下、EGRと称す)通路14を介して互いに連結され、EGR通路14内には電子制御式EGR制御弁15が配置される。また、EGR通路14周りにはEGR通路14内を流れるEGRガスを冷却するための冷却装置(EGRクーラ)16が配置される。図1に示される実施形態では機関冷却水がEGRクーラ16内に導かれ、機関冷却水によってEGRガスが冷却される。一方、各燃料噴射弁3は燃料供給管17を介して燃料リザーバ、いわゆるコモンレール18に連結される。このコモンレール18内へは電子制御式の吐出量可変な燃料ポンプ19から燃料が供給され、コモンレール18内に供給された燃料は各燃料供給管17を介して燃料噴射弁3に供給される。

[0032]

電子制御ユニット 30はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス 31によって互いに接続された ROM (リードオンリメモリ) 32、RAM (ランダムアクセスメモリ) 33、CPU (マイクロプロセッサ) 34、入力ポート 35 及び出力ポート 36 を具備する。NOx吸蔵触媒 11 にはNOx吸蔵触媒 11 の温度を検出するための温度センサ 20 が取付けられ、この温度センサ 20 の出力信号は対応する AD変換器 37 を介して入力ポート 35 に入力される。また、アクセルペダル 40 にはアクセルペダル 40 の踏込み量 L に比例した出力電圧を発生する負荷センサ 41 が接続され、負荷センサ 41 の出力電圧は



対応するAD変換器37を介して入力ポート35に入力される。更に入力ポート35には クランクシャフトが例えば15。回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ4 2が接続される。一方、出力ポート36は対応する駆動回路38を介して燃料噴射弁3、 スロットル弁9駆動用ステップモータ、還元剤供給弁13、EGR制御弁15、及び燃料 ポンプ19に接続される。

[0033]

図1に示すNOx吸蔵触媒11はモノリス触媒からなり、このNOx吸蔵触媒11の基 体上には例えばアルミナからなる触媒担体が担持されている。図2(A),(B)はこの 触媒担体45の表面部分の断面を図解的に示している。図2(A),(B)に示されるよ うに触媒担体45の表面上には貴金属触媒46が分散して担持されており、更に触媒担体 45の表面上にはNOx吸収剤47の層が形成されている。

[0034]

本発明の実施形態では、貴金属触媒 4 6 としては例えば白金 P t が用いられており、 N Ox吸収剤47を構成する成分としては例えばカリウムK、ナトリウムNa、セシウムC sのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタ ンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つが用いられている。

[0035]

機関吸気通路、燃焼室2及びNOx吸蔵触媒11上流の排気通路内に供給された空気及 び燃料(炭化水素)の比を排気ガスの空燃比と称するとNOx吸収剤47は、貴金属触媒 46が活性化していれば、すなわちNOx吸蔵触媒11が活性化していれば排気ガスの空 燃比がリーンの時にはNOxを高温吸蔵し、排気ガス中の酸素濃度が低下すると高温吸蔵 したNOxを放出するNOxの吸放出作用を行う。なお、NOx吸蔵触媒11上流の排気 通路内に燃料(炭化水素)或いは空気が供給されない場合には排気ガスの空燃比は燃焼室 2内における混合気の空燃比に一致し、したがってこの場合にはNOx吸収剤47は燃焼 室2内における混合気の空燃比がリーンの時にはNOxを高温吸蔵し、燃焼室2内におけ る混合気中の酸素濃度が低下すると高温吸蔵したNOxを放出することになる。

[0036]

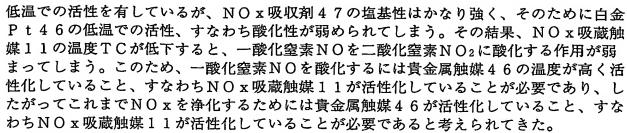
すなわち、NOx吸収剤47を構成する成分としてバリウムBaを用いた場合を例にと って説明すると、排気ガスの空燃比がリーンの時、すなわち排気ガス中の酸素濃度が高い 時には貴金属触媒46が活性化していれば排気ガス中に含まれるNOは図2(A)に示さ れるように白金Pt46上において酸化されてNO2となり、次いでNOx吸収剤47内 に高温吸蔵されて酸化バリウムBaOと結合しながら硝酸イオンNO3~の形でNOx吸収 剤47内に拡散する。このようにしてNOxがNOx吸収剤47内に高温吸蔵される。す なわち、このような硝酸イオンNO3⁻の形での吸蔵を高温吸蔵と称する。排気ガス中の酸 素濃度が高い限り白金Pt46の表面でNO₂が生成され、NOx吸収剤47の高温吸蔵 能力が飽和しない限りNO2がNOx吸収剤47内に高温吸蔵されて硝酸イオンNO3゚が 生成される。

[0037]

これに対し、燃焼室2内における空燃比をリッチ或いは理論空燃比にすることによって 、または還元剤供給弁13から還元剤を供給することによって排気ガスの空燃比をリッチ 或いは理論空燃比にすると排気ガス中の酸素濃度が低下するために反応が逆方向に進み、 斯くしてNOx吸収剤47内の硝酸イオンNO3-がNO2またはNO等の形でNOx吸収 剤47から放出される。そしてこの場合、排気ガス中に還元剤(未燃HC,CO等)が存 在する状態になっているため、放出されたNOェは次いで排気ガス中に含まれる還元剤(未燃HC、CO等)によって還元される。

[0038]

さて、排気ガス中の窒素酸化物NOxは一酸化窒素NOの形ではNOx吸収剤47に高 温吸蔵されず、二酸化窒素NO2の形にならなければNOx吸収剤47に髙温吸蔵されな い。すなわち、排気ガス中に含まれる一酸化窒素NOは二酸化窒素NO2にならないと、 すなわち酸化されないとNOx吸収剤47に高温吸蔵されない。白金Pt46は本来的に



[0039]

ところがこのNOx吸蔵触媒11について本発明者が研究を重ねた結果、排気ガス中に含まれる一酸化窒素NOは白金Pt46が活性化しないと、すなわちNOx吸蔵触媒11が活性化しないとNOx吸収剤47に吸蔵されないが排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO2はNOx吸蔵触媒11が活性化しなくても図2(B)に示されるように亜硝酸NO2つの形でNOx吸収剤47に低温吸蔵されることが判明したのである。なお、本明細書ではこのような亜硝酸NO2つの形での吸蔵を上述の高温吸蔵と区別して低温吸蔵と称する。また、高温吸蔵と低温吸蔵とを特に区別する必要の無い場合には単に吸蔵という。

[0040]

また、このようにNOx吸蔵触媒11が活性化しなくてもNO2の低温吸蔵は可能であることから、本明細書においてNOx吸蔵触媒11の活性化とは、例えばNOx吸蔵触媒11が、流入する排気ガスの空燃比がリーンであれば一酸化窒素NOを二酸化窒素NO2に酸化してNOx吸収剤47に高温吸蔵できる状態になることであり、また、流入する排気ガスの空燃比を小さくし(すなわち、リッチ或いは理論空燃比にし)、且つ還元剤の存在する状態にすればNOx吸収剤47に吸蔵しているNOxを放出し還元することができる状態になることを意味すると言える。

[0041]

このようにNOx吸蔵触媒11が活性化していなくても二酸化窒素NO2が低温吸蔵されるので、本発明の実施形態では、例えばリーン空燃比のもとで燃焼が行われている場合等、流入する排気ガスの空燃比がリーンである場合において、NOx吸蔵触媒11が活性化されていない状態で排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO2をNOx吸収剤に低温吸蔵させるようにしている。すなわち、図1に示されるような圧縮着火式内燃機関では、通常運転時の排気ガス空燃比はリーンである。また、本発明による実施形態では後述するようなNOx吸蔵触媒11を昇温するための制御(昇温制御)を行わなければ、NOx吸蔵触媒11は活性化されないようになっている。そのため、通常運転時において、NOx吸蔵触媒11のNOx吸収剤47は排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO2を低温吸蔵する。

[0042]

ところが、このような排気ガス空燃比がリーンとなる運転が、NOx吸蔵触媒11が活性化されていない状態において継続して行われると、その間にNOx吸蔵触媒11が活性化されていない状態におけるNOx吸収剤47の低温吸蔵能力(NO2吸蔵能力)が飽和してしまい、斯くしてNOx吸収剤47によりNO2を低温吸蔵できなくなってしまう。そこで本発明による実施形態ではNOx吸収剤47の上記低温吸蔵能力が飽和する前にNOx吸蔵触媒11を昇温して活性化させ、NOx吸蔵触媒11が活性化されていない状態におけるNOx吸収剤47の低温吸蔵能力を再生するようにしている。

[0043]

すなわち、上述したようにNOx吸蔵触媒 11が活性化していない時には図 2 (B) に示されるように排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO2はNOx吸収剤 47に低温吸蔵される。そしてその状態でNOx吸蔵触媒 11の温度TCが上昇するとNOx吸収剤 47に低温吸蔵されていた二酸化窒素NO2が一酸化窒素NOの形で放出され、活性化された貴金属触媒 46により二酸化窒素NO2に酸化せしめられNOx吸収剤 47に高温吸蔵される。斯くしてNOx吸蔵触媒 11が活性化された時には低温吸蔵していた二酸化窒素NO2は硝酸イオンNO3⁻の形でNOx吸収剤 47内に高温吸蔵されることになる。そしてこのように活性化されていない時に低温吸蔵した二酸化窒素NO2が、硝酸イオンNO3⁻の



形でNOx吸収剤に高温吸蔵されると、上記NOx吸蔵触媒11が活性化されていない状態における上記NOx吸収剤47の低温吸蔵能力は回復、すなわち再生せしめられる。

[0044]

このような作用を利用して本発明の実施形態においては、例えば、活性化していない状態で二酸化窒素NO2をNOx吸収剤47に低温吸蔵させる場合において、NOx吸蔵触媒11を昇温して活性化させその後活性化していない状態に戻すことを繰り返すことによって、すなわち、NOx吸蔵触媒11を定期的に昇温して活性化させることによって、上記NOx吸収剤47の低温吸蔵能力を回復させ維持するようにすることができる。すなわち、この場合にはNOx吸蔵触媒11を昇温して活性化させることがNOx吸蔵触媒を再生する制御(NOx吸蔵触媒再生制御)を構成する。なお、このような場合におけるNOx吸蔵触媒11の具体的な温度TCは例えば、活性化していない状態で二酸化窒素NO2を低温吸蔵する場合が100~150℃、昇温して活性化させた場合が300~400℃である。後述するようにNOx吸蔵触媒11はその温度上昇によって徐々に活性化され、それに伴って吸蔵作用全体に対する高温吸蔵の割合が増加する。したがって、上述したような場合に低温吸蔵した二酸化窒素NO2を上記NOx吸蔵触媒11を昇温して活性化されてみな場合に低温吸蔵した二酸化窒素NO2を上記NOx吸蔵触媒11を昇温し活性化することが好ましい。そのためには、例えば、少なくとも高温吸蔵の割合が低温吸蔵の割合以上となるようにNOx吸蔵触媒11を昇温し活性化することが好ましい。

[0045]

ところで、上述したようにNOx吸蔵触媒11が活性化していない時にNOx吸収剤47に低温吸蔵された二酸化窒素NO2は、NOx吸蔵触媒11を昇温して活性化させることにより最終的には硝酸イオンNO3-の形でNOx吸収剤47内に高温吸蔵させることができる。そしてこのようなNOx吸収剤47内に高温吸蔵されているNOxは、上述したようにNOx吸蔵触媒11が活性化されている状態においてNOx吸蔵触媒11に流入する排気ガスの空燃比を小さくし(すなわち、リッチ或いは理論空燃比にし)、且つ還元剤の存在する状態にすると、放出され還元される。

[0046]

このようなことから、本発明の実施形態においては、NOx吸蔵触媒11が活性化していない時に排気ガス中の二酸化窒素NO2をNOx吸収剤47に低温吸蔵させ、一定期間使用してNOx吸収剤47の上記低温吸蔵能力が飽和する前にNOx吸蔵触媒11を昇温して活性化させて低温吸蔵した二酸化窒素NO2をNOx吸収剤47に高温吸蔵させ、更に流入する排気ガスの空燃比を小さくし且つ還元剤の存在する状態にして高温吸蔵した二酸化窒素NO2を放出し還元するという方法により、排気ガス中の二酸化窒素NO2を浄化することができ、窒素酸化物NOxの大気への放出を抑制することができる。

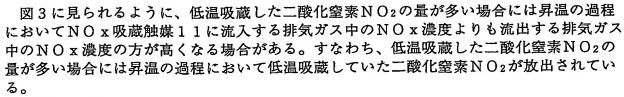
[0047]

一方、実際に上記のような方法を実施した場合には、NOx吸蔵触媒11を昇温して活性化させる際に、低温吸蔵していた二酸化窒素 NO_2 が意図せずにNOx吸収剤47から放出されてしまうという現象(以下、「染み出し現象」と称す)が起こる場合がある。そして、この染み出し現象はNOx吸蔵触媒11が活性化していない時に低温吸蔵した二酸化窒素 NO_2 の量が多い場合にのみ生じる。なお、この場合、低温吸蔵していた二酸化窒素 NO_2 は、NOx1 のまたはNOx2 等 (NOx1) の形で放出される。

[0048]

図3はこの現象について示す図であり、NOx吸蔵触媒11を昇温した場合におけるNOx吸蔵触媒流出排気ガス中のNOx濃度Ocの変化を示したものである。横軸がNOx吸蔵触媒11の温度TC、縦軸がNOx吸蔵触媒11から流出する排気ガス中のNOx濃度をそれぞれ表している。図中、実線がNOx吸蔵触媒11が活性化していない時に低温吸蔵した二酸化窒素NO2の量が多い場合、点線がNOx吸蔵触媒11が活性化していない時に低温吸蔵した二酸化窒素NO2の量が少ない場合を示している。また、NOx濃度IcはNOx吸蔵触媒11に流入する排気ガス中のNOx濃度を表している。

[0049]



[0050]

[0051]

また、温度TCが上昇するにつれてNOx吸蔵可能量Abに占める高温吸蔵可能量の割合が増大し、上記温度Ta以上ではNOx吸蔵可能量Abと高温吸蔵可能量とがほぼ等しくなる。すなわち、低温側では主に低温吸蔵が行われ、温度TCが上昇しNOx吸蔵触媒11が活性化してくると高温吸蔵の割合が徐々に増えて高温側では主に高温吸蔵が行われるようになる。つまり、本発明の実施形態においては詳細にはNOx吸蔵触媒11が活性化されている時にも低温吸蔵は行われている。したがって、例えば、NOx吸蔵触媒11が活性化していない時には低温吸蔵を行う、または、NOx吸蔵触媒11が活性化されている時には高温吸蔵を行うといった表現も、単に表現を簡明化することを意図したものであってNOx吸蔵触媒11が活性化されている時に低温吸蔵を行う場合を排除することを意図するものではない。

[0052]

さて、図4に示されるように、NOx吸収剤47の<math>NOx吸蔵可能量は温度TCが上昇するにつれて減少する。このような場合において、例えば、NOx吸蔵触媒11が活性化していない時(すなわち昇温前)に低温吸蔵した二酸化窒素NO2の量が、昇温後の温度におけるNOx吸蔵可能量よりも多い場合には、低温吸蔵されていた二酸化窒素NO2の一部が吸蔵し切れずに放出されることとなる。上記の染み出し現象はこのようにして生ずるものと考えられる。

[0053]

以下では、上記のような染み出し現象の発生を抑制しつつ、上記NOx吸蔵触媒11を用いて排気ガス中のNO2を浄化し、NOxの大気への放出を抑制する方法について説明する。

[0054]

図5は、図1に示した構成によって実施され得る方法の制御ルーチンを示すフローチャートである。本制御ルーチンは機関の通常運転時においてECU30により一定時間毎の割込みによって実施される。上述したように、図1に示されるような圧縮着火式内燃機関では、通常運転時において排気ガス空燃比はリーンであり、また、NOx吸蔵触媒11は活性化されていない状態にあるので、NOx吸蔵触媒11のNOx吸収剤47は排気ガス中に含まれる二酸化窒素NO2を低温吸蔵する。

[0055]

図5に示した制御ルーチンがスタートすると、まずステップ101において、その時点での NO_2 吸蔵量Qaが推定される。この NO_2 吸蔵量Qaの推定は、例えばNOx吸蔵触媒11の種類と、前回のNOx放出・還元制御(後述)が終了してからの運転状態履歴とに基づいて行われる。この場合、例えば、運転状態を表す指標として機関回転数と燃料噴

射量とを用い、これらで表される各運転状態におけるNOx吸収剤47へのNO2吸蔵速度(単位時間当たりのNO2吸蔵量)を予め実験等によって求めてマップにしておく。そして、このマップを用いて運転状態履歴に基づいてNO2吸蔵量Qaを求めるようにする。なお、NOx吸蔵触媒11の温度TCの上記NO2吸蔵速度に与える影響を考慮するようにすれば、より正確にNO2吸蔵量Qaを求めることができる。

[0056]

ステップ101でNO2吸蔵量Qaが推定されると、ステップ103に進む。ステップ103においては、NOx吸蔵触媒11の温度TCが予め定められた温度Tdである場合のNOx吸収剤47のNOx吸蔵可能量Qbが推定される。ここで温度Tdは、後述するNOx放出・還元制御を行う温度として予め定められた温度であり、少なくともNOx吸蔵触媒11の活性化が開始する温度(活性化温度)以上の温度である。上記温度Tdとして最も好ましいのは、NOxの放出・還元が最も活発に行われる温度である。

[0057]

上記NOx吸蔵可能量Qbの推定は、例えばNOx吸蔵触媒11の種類と、上記温度Tdとに基づいて行われる。すなわち、例えば、NOx吸蔵触媒11の温度TCとNOx吸蔵可能量Qbとの関係を予め実験等によって求めてマップにしておき、そのマップを用いて上記温度Tdに対応するNOx吸蔵可能量Qbを求めるようにする。

[0058]

ステップ103においてNOx吸蔵可能量Qbが推定されると、続くステップ105において、NOx吸蔵可能量Qbに基づいて判定基準量Qxが算出される。この判定基準量Qxは、続くステップ107において用いられるもので、例えば $Qx=Qb-\alpha$ (但し、 $\alpha \ge 0$)の式によって求められる。ここで定数 α は上述の染み出し現象の発生を抑制するための余裕値であり、適宜設定され得る。

[0059]

ステップ105において判定基準量Qxが算出されると、続くステップ107において NO_2 吸蔵量Qaが判定基準量Qx以上であるか否かが判定される。ここで NO_2 吸蔵量Qaが判定基準量Qx未満であると判定された場合には本制御ルーチンは終了し、機関は通常運転を継続することとなる。一方、 NO_2 吸蔵量Qaが判定基準量Qx以上であると判定された場合には、ステップ109に進み昇温制御が実施される。

[0060]

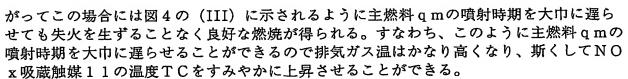
ステップ109で行われる昇温制御は、NOx吸蔵触媒11の温度TCを上述した温度 Tdへと上昇させるための制御である。本実施形態において、この昇温制御は以下で説明 するように燃料噴射パターンを制御することによって行われる。すなわち、図6は図1に 示した内燃機関で実施し得る燃料噴射パターンのうちの四つの例について示した概略図であるが、通常時には主燃料 q mは図6において(I)で示されるように圧縮上死点付近で 噴射される。これに対し、ステップ109において昇温制御が開始されると、例えば図6の(II)に示されるような燃料噴射パターンとされる。つまり、主燃料 q mの噴射時期が圧縮上死点以後まで遅角せしめられる。このように主燃料 q mの噴射時期を圧縮上死点以後まで遅角させると後燃え期間が長くなり、斯くして排気ガス温が上昇する。排気ガス温が高くなるとそれに伴ってNOx吸蔵触媒11の温度TCが上昇する。

[0061]

また、NOx吸蔵触媒11の温度TCを上昇させるために図6の(III)に示されるように主燃料qmに加え、吸気上死点付近において補助燃料qvを噴射することもできる。このように補助燃料qvを追加的に噴射すると補助燃料qv分だけ燃焼せしめられる燃料が増えるために排気ガス温が上昇し、斯くしてNOx吸蔵触媒11の温度TCが上昇する

[0062]

一方、このように吸気上死点付近において補助燃料 q v を噴射すると圧縮行程中に圧縮 熱によってこの補助燃料 q v からアルデヒド、ケトン、パーオキサイド、一酸化炭素等の 中間生成物が生成され、これら中間生成物によって主燃料 q mの反応が加速される。した



[0063]

また、NOx吸蔵触媒11の温度TCを上昇させるために図6の(IV)に示されるように主燃料qmに加え、膨張行程中または排気行程中に補助燃料qpを噴射することもできる。すなわち、この場合、大部分の補助燃料qpは燃焼することなく未燃HCの形で排気通路内に排出される。この未燃HCはNOx吸蔵触媒11上において過剰酸素により酸化され、この時発生する酸化反応熱によってNOx吸蔵触媒11の温度TCが上昇せしめられる。

[0064]

なお、本発明の実施形態において上述のような昇温制御における燃料噴射パターンの制御は、排気ガスの空燃比をリーンの状態に保つようにして行われる。これは昇温過程において排気ガスの空燃比がリッチ或いは理論空燃比になると低温吸蔵したNO2が放出されてしまう恐れがあるためである。昇温過程では、NOx吸蔵触媒11の温度TCが充分に上昇していないために低温吸蔵したNO2が放出された場合に還元浄化することができない。

[0065]

上述したように、昇温制御によってNOx吸蔵触媒11が昇温されて活性化されると、NOx吸蔵触媒11が昇温される前、すなわち活性化していない時にNOx吸収剤47に低温吸蔵された二酸化窒素NOzは、最終的に硝酸イオン NO_3 の形でNOx吸収剤47内に高温吸蔵されることとなる。

[0066]

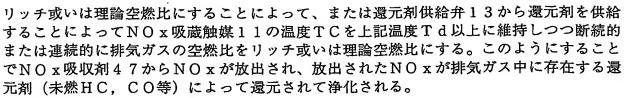
本実施形態においては、上述のステップ107での判定があるために、この昇温制御が実施される際にNOx吸収剤47に低温吸蔵されているNO2の量(Qa)は、NOx吸蔵触媒11の温度TCが上記温度Tdに昇温されて活性化された時にNOx吸収剤47に吸蔵可能なNOxの量(Qb)以下とされている。そのため、本実施形態によれば、NOx吸蔵触媒11が活性化していない状態においてNOx吸収剤47に低温吸蔵されたNO2の放出を抑制しつつNOx吸蔵触媒11を昇温し活性化させることができる。つまり、上述の染み出し現象の発生を抑制することができる。なお、理論的には、上記のようにすればNOx吸蔵触媒11を昇温し活性化させる際に低温吸蔵していたNO2が放出されるのを防げることになるが、実際にはNO2がNOxとして放出されるのを完全に防ぐのは困難である。したがって実際にはステップ107での判定を設けることにより、NO2がNOxとして放出される時の放出量または単位時間当たりの放出量が予め定められる所定量以上にならないようにされる。

[0067]

ステップ109において上記昇温制御が開始されると、ステップ111に進んでNOx吸蔵触媒11の昇温が完了したか否かが判定される。すなわち、例えばNOx吸蔵触媒11の温度TCが上記温度Td以上になった場合に昇温が完了したと判定される。本実施形態においてこの判定には温度センサ20の検出温度が用いられる。ステップ111においてNOx吸蔵触媒11の昇温が完了していないと判定された場合にはステップ109に戻って昇温制御が継続される。一方、NOx吸蔵触媒11の昇温が完了したと判定された場合にはステップ113に進んで昇温制御が終了され、ステップ113に進む。

[0068]

ステップ115においては、NOx吸収剤47からNOxを放出させ、それを還元するためのNOx放出・還元制御が実施される。すなわち、NOx吸蔵触媒11が活性化されている状態を維持しつつ、つまりNOx吸蔵触媒11の温度TCを上記温度Td以上に維持しつつ、NOx吸蔵触媒11に流入する排気ガスの空燃比を小さくし、且つ還元剤の存在する状態にする。より具体的には、本実施形態においては燃焼室2内における空燃比を



[0069]

ステップ115において上述のようなNOx放出・還元制御が開始されると、ステップ117に進みNOx吸収剤47からのNOx放出が完了したか否かが判定される。この判定は、例えば、上記NOx吸蔵触媒11の温度TCが上記温度Tdである場合のNOx吸収剤47からのNOx放出速度(単位時間当たりのNOx放出量)を予め実験等によって求めておき、その値と上記NOx放出・還元制御の継続時間とから推定される今回のNOx放出・還元制御における放出NOx量が、ステップ101で推定したNO2吸蔵量よりも多くなったか否かを判定することによって行う。すなわち、上記の推定放出NOx量がステップ101で推定したNO2吸蔵量よりも多くなったと判定された時にNOx放出が完了したと判定するようにする。

[0070]

ステップ117において、NOx吸収剤47からのNOx放出がまだ完了していないと判定された場合にはステップ115に戻ってNOx放出・還元制御が継続される。一方、NOx吸収剤47からのNOx放出が完了したと判定された場合にはステップ119に進んでNOx放出・還元制御が終了されて本制御ルーチンが終了する。

[0071]

上述したようにこの方法では、推定したNO2吸蔵量Qaが、NOx吸蔵触媒11の温度TCが上記温度Tdである時におけるNOx吸収剤47のNOx吸蔵可能量Qbに基づいて同NOx吸蔵可能量Qb以下に設定された判定基準量Qx以上になった時に昇温制御が開始される。そのため、NOx吸蔵触媒11の温度TCが上記温度Tdに昇温されて活性化された時に低温吸蔵されていたNO2が吸蔵し切れなくなって生じるNOxの放出を抑制することができる。すなわち、この方法によれば、NOx吸蔵触媒11が活性化していない状態においてNOx吸収剤47に低温吸蔵されたNO2の放出を抑制しつつNOx吸蔵触媒11を昇温し活性化させることができる。つまり、上述の染み出し現象の発生を抑制することができる。そして更にこの方法では、NOx放出・還元制御が実施されるので、NOx吸収剤47からNOxを放出させ、それを還元して浄化することができる。

[0072]

以上のように、この方法によれば上述したような染み出し現象の発生を抑制しつつ、上記NOx吸蔵触媒11を用いて排気ガス中のNO2を浄化しNOxの大気への放出を抑制することができる。

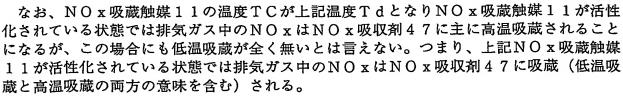
[0073]

次に、図7を参照して図1に示した構成によって実施され得る別の方法、すなわち上述したような染み出し現象の発生を抑制しつつ、上記NOx吸蔵触媒11を用いて排気ガス中の NO_2 を浄化し、NOxの大気への放出を抑制する別の方法について説明する。なお、この方法には図5を参照して説明した方法と共通する部分が含まれており、これらの部分については原則として説明を省略する。

[0074]

NOx吸蔵触媒 11 の温度 T Cを NO x 放出・還元制御を行う温度 T d とした場合に低温吸蔵していた NO 2 が NO x 吸収剤 47 から放出される時の NO x 放出速度(単位時間当たりの NO x 放出量)が、上記 NO x 吸蔵触媒 11 の温度 T C を上記温度 T d とした場合の上記 NO x 吸収剤 47 への NO x の吸蔵速度(単位時間当たりの NO x 吸蔵量)以下であれば、上記 NO x 吸蔵触媒 11 の温度 T C を上記温度 T d に昇温して活性化させる際に、低温吸蔵されていた NO 2 の放出は実質的には生じないと考えられる。以下で説明する方法はこのような考えに基づいたものである。

[0075]



[0076]

図7はこの方法の制御ルーチンを示すフローチャートである。本制御ルーチンは機関の通常運転時においてECU30により一定時間毎の割込みによって実施される。この制御ルーチンがスタートすると、まずステップ201において、その時点でのNO2吸蔵量Qaが推定される。このステップ201における制御は図5のステップ101における制御と同様である。

[0077]

ステップ201で NO_2 吸蔵量Qaが推定されると、ステップ203に進む。ステップ203においては、NOx吸蔵触媒11の温度TCが予め定められた温度Tdである場合のNOx吸収剤47からのNOxの放出速度Vaが推定される。ここで温度Tdは、図5を参照して説明した場合と同様、後に行われるNOx放出・還元制御を行う温度として予め定められた温度であり、少なくともNOx吸蔵触媒11の活性化が開始する温度(活性化温度)以上の温度である。

[0078]

上記NOx放出速度Vaの推定は、例えば上記温度Tdと、上記NO2吸蔵量Qaとに基づいて行われる。すなわち、NOx吸収剤47に低温吸蔵されているNO2を含めたNOxの量(NOx吸蔵量)と、NOx吸収剤47から単位時間当たりに放出されるNOxの量(NOx放出速度)との関係は、NOx吸蔵触媒11の温度が一定の場合、図8(a)で示されるように、NOx吸蔵量が多くなるほどNOx放出速度が大きくなるような関係になっている。したがって、NOx吸蔵触媒11の温度TCが上記温度Tdである場合について、図8(a)で示されるような関係を事前に求めておけば、ステップ201で推定したNO2吸蔵量QaをNOx吸蔵量として用いることで対応するNOx放出速度、すなわち求めるべきNOx放出速度Vaを求めることができる。

[0079]

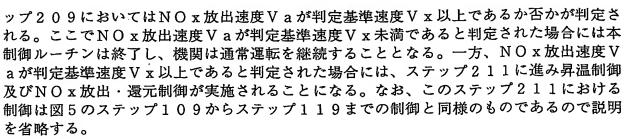
ステップ203において上記NOx放出速度Vaが推定されると、ステップ205に進む。ステップ205においては、NOx吸蔵触媒11の温度TCが上記温度Tdである場合のNOx吸収剤47へのNOx吸蔵速度Vbが推定される。このNOx吸蔵速度Vbの推定は例えば、上記NOx放出速度Vaの推定の場合と同様に、上記温度Tdと、上記NOx吸蔵量Qaとに基づいて行われる。すなわち、NOx吸収剤47に低温吸蔵されているNO2を含めたNOxの量(NOx吸蔵量)と、NOx吸収剤47へ単位時間当たりに低温吸蔵されるNO2を含めたNOxの量(NOx吸蔵速度)との関係は、NOx吸蔵触媒11の温度が一定の場合、図8(b)で示されるように、NOx吸蔵量が多くなるほどNOx吸蔵速度が小さくなるような関係になっている。したがって、NOx吸蔵触媒11の温度TCが上記温度Tdである場合について、図8(b)で示されるような関係を事前に求めておけば、ステップ201で推定したNO2吸蔵量QaをNOx吸蔵量として用いることで対応するNOx吸蔵速度、すなわち求めるべきNOx吸蔵速度Vbを求めることができる。

[0080]

ステップ205においてNOェ吸蔵速度Vbが推定されると、続くステップ207において、NOェ吸蔵速度Vbに基づいて判定基準速度Vェが算出される。この判定基準速度Vェは、続くステップ209において用いられるもので、例えばVェ=Vbーβ(但し、 $\beta \ge 0$)の式によって求められる。ここで定数 β は上述の染み出し現象の発生を抑制するための余裕値であり、適宜設定され得る。

[0081]

ステップ207において判定基準速度Vxが算出されるとステップ209に進む。ステ



[0082]

以上のようにこの方法では、NOx吸蔵触媒 11 の温度 T Cが上記温度 T dである時におけるNOx放出速度 V aが、NOx吸蔵触媒 11 の温度 T Cが上記温度 T d である時におけるNOx吸蔵速度 V b に基づいて同NOx吸蔵速度 V b 以下に設定された判定基準速度 V x 以上になった時に昇温制御(及びそれに続くNOx放出・還元制御)が実施される。そのため、NOx吸蔵触媒 11 の温度 T Cが上記温度 T d に昇温されて活性化された時に V C x の放出速度が V NOxの吸蔵速度 V b も大きくなって結果的に生じると考えられる V NOxの放出を抑制することができる。すなわち、この方法によれば、V NOx吸 蔵触媒 V 1 か活性化していない状態において V NOx吸収剤 V 4 7 に低温吸蔵された V NOx吸収剤 V 4 7 に低温吸蔵された V 2 の V NOx V 収収剤 V 4 7 からの放出を実質的に抑制しつつ V NOx V 成職 V できる。そして 更にこの方法においても、V Ox 放出・還元制御が実施されるので、V Ox V 収収剤 V 4 7 から V 2 を放出させ、それを還元して浄化することができる。

[0083]

以上、説明したように、この方法によっても図5を参照して説明した方法と同様に、上述したような染み出し現象の発生を抑制しつつ上記NOx吸蔵触媒11を用いて排気ガス中のNO2を浄化し、NOxの大気への放出を抑制することができる。

[0084]

次に、図9を参照して図1に示した構成によって実施され得る更に別の方法、すなわち上述したような染み出し現象の発生を抑制しつつ上記NOx吸蔵触媒11を用いて排気ガス中のNO2を浄化し、NOxの大気への放出を抑制する更に別の方法について説明する。なお、この方法には図5及び図7を参照して先に説明した各方法と共通する部分が含まれており、これらの部分については原則として説明を省略する。

[0085]

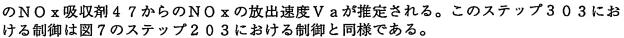
上述したように、NOx吸蔵触媒11の温度TCをNOx放出・還元制御を行う温度Tdとした場合に低温吸蔵していたNO2がNOx吸収剤47から放出される時のNOx放出速度(単位時間当たりのNOx放出量)が、上記NOx吸蔵触媒11の温度TCを上記温度Tdとした場合の上記NOx吸収剤47へのNOx吸蔵速度(単位時間当たりのNOx吸蔵量)以下であれば、上記NOx吸蔵触媒11の温度TCを上記温度Tdに昇温して活性化させる際に、低温吸蔵されていたNO2の放出は実質的には生じないと考えられる。しかしながら、このような場合においても、その時に内燃機関から排出されるNOxは大気へ放出されてしまう可能性がある。以下で説明する方法はこのような昇温制御等の間に内燃機関から排出されるNOxも考慮し、NOxの大気への放出を更に抑制しようとするものである。

[0086]

図9はこの方法の制御ルーチンを示すフローチャートである。本制御ルーチンは機関の通常運転時においてECU30により一定時間毎の割込みによって実施される。この制御ルーチンがスタートすると、まずステップ301において、その時点でのNO2吸蔵量Qaが推定される。このステップ301における制御は図5のステップ101及び図7のステップ201における制御と同様である。

[0087]

ステップ301でNO2吸蔵量Qaが推定されると、ステップ303に進む。ステップ303においては、NOx吸蔵触媒11の温度TCが予め定められた温度Tdである場合



[0088]

続くステップ305においては、内燃機関での燃焼によるNOxの生成速度、すなわち内燃機関からのNOx排出速度(単位時間当たりのNOx排出量)Veが推定される。この内燃機関からのNOx排出速度Veの推定は、例えば内燃機関の運転状態に基づいて行われる。この場合、例えば、運転状態を表す指標として機関回転数と燃料噴射量とを用い、これらで表される各運転状態におけるNOx排出速度Veを予め実験等によって求めてマップにしておく。そして、このマップを用いてその時の運転状態に基づいてNOx排出速度Veを求めるようにする。

[0089]

ステップ305において上記NOx排出速度Veが推定されると、ステップ307に進む。ステップ307においては、NOx吸蔵触媒11の温度TCが上記温度Tdである場合のNOx吸収剤47へのNOx吸蔵速度Vbが推定される。そして、ステップ307においてNOx吸蔵速度Vbが推定されると、続くステップ309において、NOx吸蔵速度Vbに基づいてステップ311で用いられる判定基準速度Vxが算出される(例えば、Vx=Vb- β (但し、 $\beta \ge 0$))。これらステップ307及び309における制御は図7のステップ205及び207における制御と同様である。

[0090]

[0091]

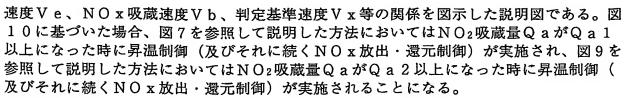
以上のようにこの方法では、NOx吸蔵触媒11の温度TCが上記温度Tdである時におけるNOx放出速度Vaと内燃機関からのNOx排出速度Veとの和が、NOx吸蔵触媒11の温度TCが上記温度Tdである時におけるNOx吸蔵速度Vbに基づいて同NOx吸蔵速度Vb以下に設定された判定基準速度Vx以上になった時に昇温制御(及びそれに続くNOx放出・還元制御)が実施される。そのため、NOx吸蔵触媒11の温度TCが上記温度Tdに昇温されて活性化された時にNOxの放出速度がNOxの吸蔵速度よりも大きくなって結果的に生じると考えられるNOxの大気への放出を抑制することができると共に、内燃機関から排出されるNOxの大気への放出を抑制される。すなわち、この方法によれば、NOx吸蔵触媒11が活性化していない状態においてNOx吸収剤47に低温吸蔵されたNO2のNOx吸収剤47からの放出を実質的に抑制しつつ、また、その時に内燃機関から排出されるNOxの大気への放出を抑制しつつ、また、その時に内燃機関から排出されるNOxの大気への放出を抑制しつつ、また、その時に内燃機関から排出されるNOxの大気への放出も抑制すると共に、昇温制御等の間に内燃機関から排出されるNOxの大気への放出も抑制することができる。そして更にこの方法においても、NOx放出・還元制御が実施されるので、NOx吸収剤47からNOxを放出させ、それを還元して浄化することができる。

[0092]

以上、説明したように、この方法によっても図5及び図9を参照して説明した方法と同様に、上述したような染み出し現象の発生を抑制しつつ上記NOx吸蔵触媒11を用いて排気ガス中のNO2を浄化し、NOxの大気への放出を抑制することができる。

[0093]

図10は、横軸をNO2吸蔵量Qaとして、上述したNOx放出速度Va、NOx排出



[0094]

ところで、上述したように排気ガス中に含まれる二酸化窒素 NO_2 は NO_X 吸蔵触媒11が活性化しなくても NO_X 吸収剤47に低温吸蔵されるが、排気ガス中に含まれる一酸化窒素NOは NO_X 吸蔵触媒11が活性化して二酸化窒素 NO_2 に酸化されないと NO_X 吸収剤47に高温吸蔵されない。このため、 NO_X 収蔵触媒11が活性化していない時には、排気ガス中の一酸化窒素NOの量を減らし、排気ガス中の二酸化窒素 NO_2 の量を増大することが好ましい。そこで本発明による実施形態では、 NO_X 収蔵触媒11が活性化していない時にはリーン空燃比のもとで燃焼を行った時に発生する一酸化窒素NO2の割合を同一の機関運転状態、すなわち同一回転数、同一トルクにおける NO_X 収蔵触媒活性時に比べて増大させるようにしてもよい。

[0095]

この NO_2 の割合($=NO_2$ の量/NOの量)は、緩慢な燃焼を行わせると増大することが判明しており、例えば燃料噴射時期を遅角するか、EGRガス量を増大するか、パイロット噴射を行うか、または予混合気燃焼を行うかの少なくとも何れか一つを行うと燃焼が緩慢となる。そこで本発明による実施形態のうち上記のような排気ガス中の二酸化窒素 NO_2 量の増大を図るものでは、 NO_X 吸蔵触媒 11 が活性化していない時には上記の燃焼を緩慢にする方法の少なくとも何れか一つを実施して同一の機関運転状態における NO_X 吸蔵触媒活性時に比べて緩慢な燃焼を行わせるようにしている。

[0096]

なお、以上の説明では、昇温制御は燃料噴射パターンを制御することによって行われたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば電気ヒータを用いる等、他の手段によってNOx吸蔵触媒11を昇温するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

[0097]

- 【図1】図1は、本発明を圧縮着火式内燃機関に適用した場合を示している。
- 【図2】図2は、NOx吸蔵触媒の担体表面部分の断面を図解的に示す図である。
- 【図3】図3は、染み出し現象について説明するための図である。
- 【図4】図4は、NOx吸蔵可能量AbとNOx吸蔵触媒の温度TCとの関係を示す図である。
- 【図5】図5は、図1に示した構成によって実施され得る方法の制御ルーチンを示すフローチャートである。
- 【図6】図6は、種々の燃料噴射パターンを示す図である。
- 【図7】図7は、図1に示した構成によって実施され得る別の方法の制御ルーチンを 示すフローチャートである。
- 【図8】図8は、NOx吸収剤におけるNOx放出速度及びNOx吸蔵速度とNOx吸蔵量との関係を示す図である。
- 【図9】図9は、図1に示した構成によって実施され得る更に別の方法の制御ルーチンを示すフローチャートである。
- 【図10】図10は、横軸をNOx吸収剤のNO₂吸蔵量Qaとして、NOx吸収剤からのNOx放出速度Va、機関からのNOx排出速度Ve、NOx吸収剤へのNOx吸蔵速度Vb、判定基準速度Vx等の関係を図示した説明図である。

【符号の説明】

[0098]

3 …燃料噴射弁

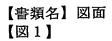
4…吸気マニホルド

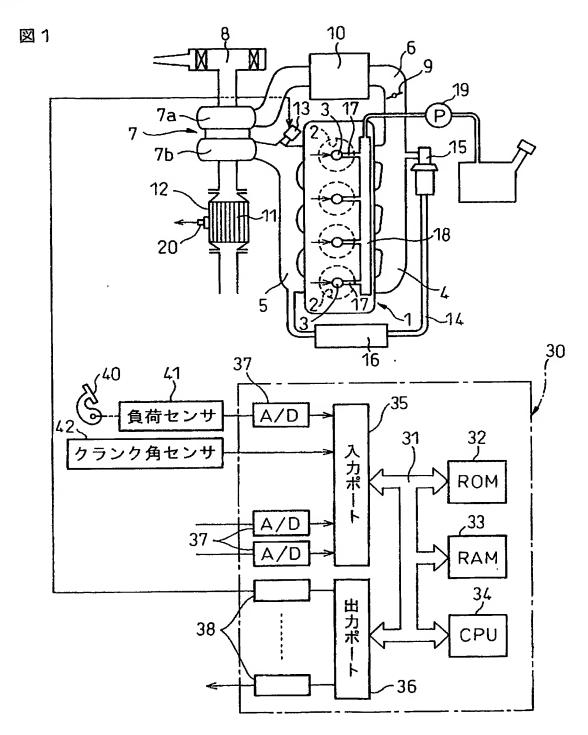
5…排気マニホルド

7…排気ターボチャージャ

11…NOx吸蔵触媒

13…還元剤供給弁



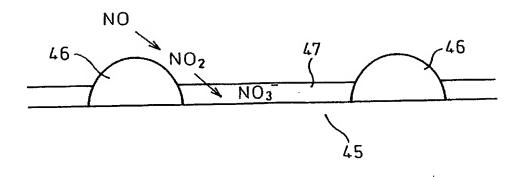


2/

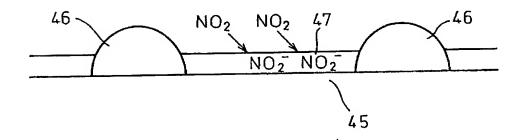
【図2】

図 2

(A)

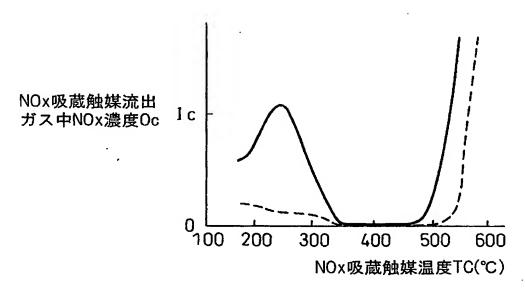


(B)



【図3】

図 3



【図4】

図 4

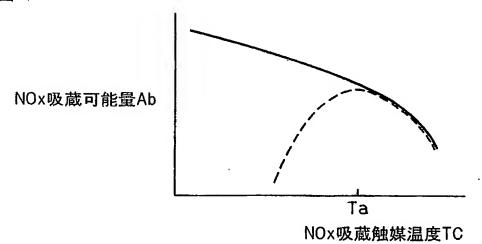




図 5

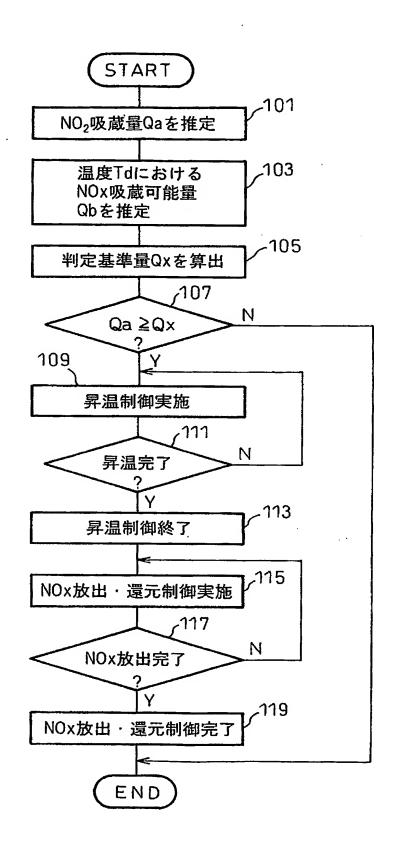




図 6

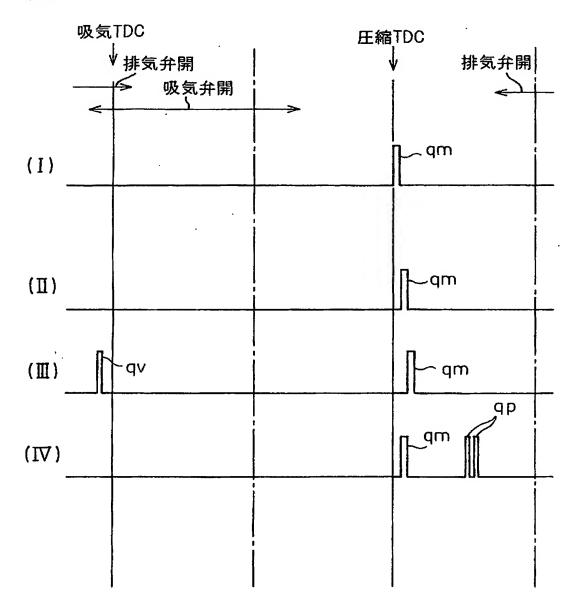




図 7

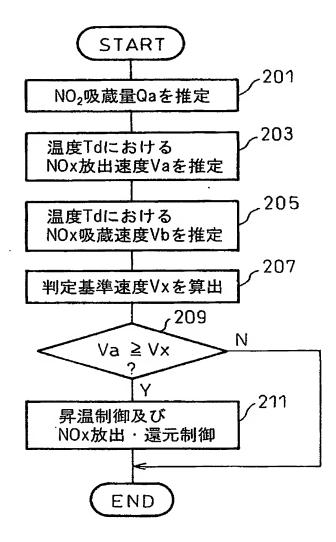
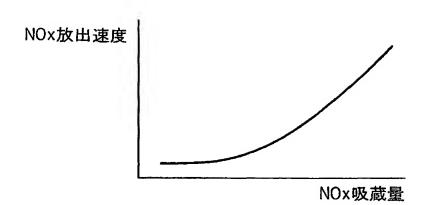




図 8

(a)



(b)

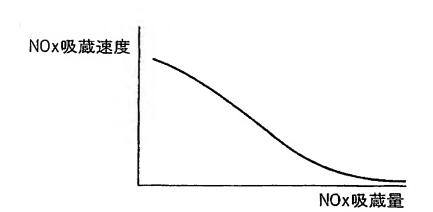




図 9

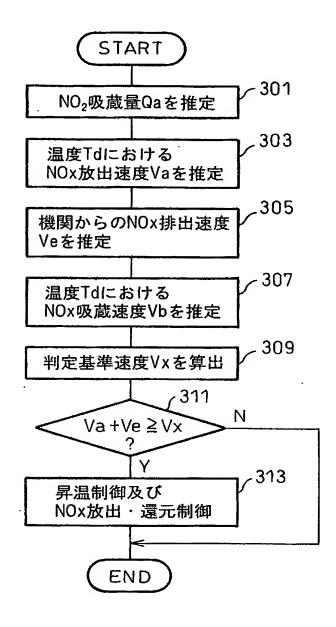
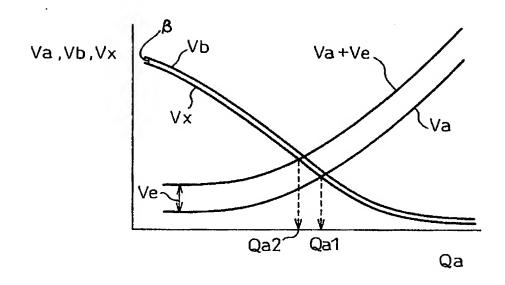




図10



1/E



【要約】

【課題】 NOx吸蔵触媒の不活性時における低温吸蔵能力の維持を図るようにした排気 浄化装置及び排気浄化方法を提供する。

【解決手段】 貴金属触媒とNOx吸収剤とからなり、排気ガスの空燃比がリーンである場合において、不活性時には排気中に含まれるNO2をNOx吸収剤に低温吸蔵し、活性化されると低温吸蔵したNO2をNOx吸収剤に高温吸蔵するNOx吸蔵触媒を排気通路内に配置し、上記触媒の不活性時に排気中に含まれるNO2をNOx吸収剤に低温吸蔵させ、予め定めたNOx吸蔵触媒再生条件(107)が成立した時に、少なくとも上記NOx吸蔵触媒を予め定めた温度に昇温して活性化させること(109)を含むNOx吸蔵触媒再生制御(109、115)を実施して上記NOx吸蔵触媒の不活性時における上記NOx収収剤の低温吸蔵能力を再生するようにした排気浄化装置及び方法を提供する。

【選択図】 図5

特願2003-352619

出願人履歴情報

識別番号

[000003207]

1. 変更年月日 [変更理由] 住 所 氏 名 1990年 8月27日 新規登録 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社